

1958

Wolfgang. Hoppe

AUS DER PROTHETISCHEN ABTEILUNG (PROF. DR. F. JUNG)
DER KLINIK FÜR ZAHN-, MUND- UND KIEFERKRANKHEITEN
DER UNIVERSITÄT ZU MAINZ
(Direktor: Prof. Dr. Dr. M. Herrmann)

AUTOPOLYMERISATE ALS FORMMATERIAL
BEIM METALLGUSS

Inaugural-Dissertation
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz
zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

WOLFGANG HOPPE
aus Dortmund

MAINZ 1958

Dekan: Prof. Dr. U. Köttgen

Referent: Prof. Dr. F. Jung

Datum des Diploms 26. März 1958



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Mainz

MEINEN ELTERN



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554416_0135

EINLEITUNG

Die vorliegende Arbeit hat die Aufgabe, die Rolle der schnellhärtenden Kunststoffe als Formmaterial beim Metallguß zu untersuchen. In erster Linie war zu prüfen, ob und welche Rückstände nach deren Verbrennung in der Hohlform vorhanden sind und ob auf Grund dieser Untersuchungsergebnisse die untersuchten Kunststoffe an Stelle von Gußwachsen zur Einbettung und zum anschließenden Guß bzw. Anguß geeignet sind.

Veranlassung zur Bearbeitung dieser Frage gab die an sich leichtere Handhabung der Kunststoffe im Gegensatz zu den gebräuchlichen Wachsen, mit denen meist nur durch mühsamere Manipulation und unter größerem Zeitaufwand ein exaktes und auch wirtschaftlich tragbares Ergebnis erzielt werden kann. In der Anfertigungstechnik skelettierter Prothesen und gegossener Klammern haben schon seit einigen Jahren auf Grund ihrer einfacheren Verarbeitung vorgeformte, plastische Kunststoffe als Modellmaterial (sog. Flexils, die zuerst in den USA aufgekommen sind) die Anwendung von Wachs immer mehr eingeschränkt, und letzten Endes wurden mindestens gleich gute Ergebnisse erzielt. Nun war die Frage berechtigt, ob unsere Autopolymerisate, die bis auf gewisse Abweichungen eine ähnliche chemische Struktur aufweisen, nicht ebensolche Erfolge in der individuellen Kronen- und Brückentechnik zeitigen würden.

MATERIAL

Die zur Zeit im Handel erhältlichen Autopolymerisate sind fast ausnahmslos Metacrylsäuremethylester, die im Naßverfahren verarbeitet werden. Der Polymeranteil wird überwiegend nach dem Verfahren der Suspensionspolymerisation hergestellt. Beide Kriterien treffen für die Präparate Palavit (Firma Kulzer, Friedrichsdorf) und Prodentil (Firma Bayer, Leverkusen) zu. Während zum Palavit eine Flüssigkeitskomponente (Monomer) und eine Pulverkomponente (Polymer) gehören, wird das Prodentil in zwei getrennten Pulvergemischen und einer dazugehörigen Flüssigkeit angeliefert. Auf die chemische Zusammensetzung kann hier im einzelnen nicht eingegangen werden, da sie ja Fabrikgeheimnis ist. - Der als Flexil bekannte plastische Kunststoff zum Modellieren gegossener skelettierter Prothesen und Klammern wurde ebenfalls untersucht.

Um das Ergebnis der Einbettungsversuche mit Kunststoff an Stelle von Wachs und die anschließenden Güsse möglichst genau auswerten zu können, wurden als Indikator die sehr empfindlichen und reaktionsfreudigen Silber- Palladium- Goldlegierungen Palliag M und W verwandt, die zu Angußzwecken geeignet sind, wodurch die Methodik einfacher gestaltet werden konnte. Allerdings muß bei Verwendung von Palliag die Verarbeitungsanleitung sehr genau eingehalten werden, da sonst leicht Mißerfolge auftreten, auf die später noch in Einzelheiten eingegangen wird. Bekanntlich bilden alle nur etwas härteren Goldlegierungen im Vorwärmeofen eine Kupferoxydschicht und kommen deshalb zum Anguß nicht in Frage. Die Verwendung dieser Legierungen wäre umständlicher und das Ergebnis ungenauer gewesen. Nach dem Einbetten und Gießen der Kunststoffkronendeckel in Metall hätte der Deckel auf den Ring gelötet werden müssen, woraus Ungenauigkeiten resultieren würden.

METHODIK UND VERSUCHSERGEBNISSE

In der ersten Versuchsreihe wurden je sechs rechteckige Blöcke aus Grün- und Blauwachs, Prodentil, Palavit violett [†]), Palavit rosa und weiß in Durotherm offen eingebettet, indem sie in angerührte Einbettmasse eingelegt wurden. Nach Abbinden der Einbettmasse wurde die Randstärke der Förmchen auf durchschnittlich 2,5 mm beschnitten. Die Bodenstärke überschritt 6 mm nicht. Das Gewicht der einzelnen Blöcke betrug etwa 500 mg. Die Kunststoffplatten hatten eine Größe von 10 x 6 x 2 mm. Alle Förmchen wurden gleichzeitig in den Vorwärmeofen gebracht. Es wurden mehrere Reihenversuche durchgeführt, um die notwendige Dauer der Trocken- bzw. Vorwärmezeit zu ermitteln, die ein Zerspringen der Form verhindert, da bei zu kurzfristigem Erhitzen auf höhere Temperaturen durch die zu heftige Expansion des Kunststoffes die oberen Ränder der Einbettmasse zersprangen. Weiterhin wurde beobachtet und photographiert (Abb. 1), wie sich der Kunststoff in den verschiedenen Aggregatzuständen verändert.

ERGEBNIS: Wird das Polymerisat erwärmt, so vergrößern sich zunächst die mit Residualmonomer bezeichneten Monomereinschlüsse zu deutlichen Gasbläschen (das Monomer siedet), die bei Palavit mehr ins Auge fallen, weil darin mehr Monomerreste vorhanden sind als im Prodentil. Deshalb neigt Palavit mehr zur Porosität als Prodentil. Bei Temperaturen um 250 Grad zerfallen die Molekülketten wieder, wobei ein charakteristischer Geruch von herb-süßer, aufdringlicher Qualität entsteht, dem auf jeden Fall Vorsicht zu zollen ist, denn die sich bildenden Gase sind giftig. Verbrennungen von unseren Hochpolymerisaten sollten daher stets unter einem Abzug erfolgen, da es sonst bei häufiger Einwirkung zum Lidoedem, Hauterythem und Sklerose der Hornhaut, schlimmstenfalls zu Erblindung kommen kann. Die Gase bilden sich so lange, bis die Molekülketten völlig zerfallen sind - am lebhaftesten zwischen 300 und 400 Grad - und treiben die inzwischen zähplastisch gewordene Masse hoch über ihr ursprüngliches Niveau auf. Die Masse klebt

[†]) Von der Firma Kulzer, Friedrichsdorf, wurde uns auf unsere Anregung ein Palavitpräparat zur Verfügung gestellt, nicht mit dem üblichen anorganischen, sondern mit einem organischen, violetten Farbstoff eingefärbt.

und zieht lange, zähe Fäden. Oberhalb von ca. 500 Grad ist sie bereits völlig oxydiert und verkrackt (unter Verkrackung ist die Aufspaltung bzw. das Zerschneiden größerer, organischer Moleküle bei Hitzeeinwirkung unter Bildung neuer Moleküle zu verstehen). Die Förmchen sind bis auf einen schwarz-grauen, pulverigen Belag leer. Bei weiterem Erhitzen verschwindet auch diese Verfärbung noch, ein Zeichen dafür, daß der gasförmige Zustand erreicht ist.

Bei zu schnellem Vorgehen kommt es zu Zerstörungen des Randes der Einbettmassenform bevor der gleichmäßig durchweichte Kunststoff aus der Form herausquellen kann. Der halbdurchweichte Block wölbt sich regelrecht dem Ort des geringeren Widerstandes aus der Form heraus entgegen. Bei Erwärmung des Einbettgutes bzw. Austrocknung der Form in der Zeit von 30 Minuten und bei der Temperatur von 250 Grad ist gerade die optimale Grenze erreicht. In kürzerer Zeit darf nicht höher erhitzt werden, wenn nicht die Möglichkeit einer Formzersprengung hervorgerufen werden soll. Eine weitere Erwärmung in der relativ kurzen Zeit von 15 Minuten kann ohne Gefahr einer Formzerstörung stattfinden, da die Masse inzwischen plastisch aus der Form herausquillt.

Faßt man nun die Zeiten zusammen in erste Verbrennungs- bzw. Neubildungsphase und zweite Verbrennungsphase, dann muß durchweg eine mittlere Zeit von insgesamt 45 Minuten in Betracht gezogen werden, bis der Prozess der sozusagen endgültigen Verflüchtigung stattgefunden hat.

Bei der zweiten Versuchsanordnung wurde das Verhalten des Kunststoffes bei Erwärmung in einer geschlossenen, mit einem Gußkanal versehenen Einbettmassenform beobachtet. Eingebettet wurde nach dem Kernverfahren; sobald der Kern fest genug abgebunden hatte, wurde er in neu angerührte Einbettmasse getaucht, die bis zum Erhärten mit einer Papiermanschette umgeben war. Anschließend wurde diese entfernt, sodaß der eingebettete Kunststoff nur von Durotherm umgeben in den Trockenofen gebracht werden konnte. Von einem Muffelring wurde abgesehen, um die Zeit- Druck- Temperaturverhältnisse und ihre Einwirkung auf die Einbettmasse unmittelbarer beobachten zu können. Auch hierbei mußte die kürzeste Zeit ermittelt werden, die eine bestimmte Temperaturerhöhung ohne eine über die übliche Expansion hinausgehende Formveränderung erlaubt. Außerdem war die Zeitspanne zu ermitteln, die notwendig ist, um eine optimale Verbrennung zu erreichen.

Da die Einbettmasse im allgemeinen nicht direkt mit der Gasflamme in Berührung kommen soll, insbesondere nicht bei der thermischen Vorbehand-

700° nach 65 min.

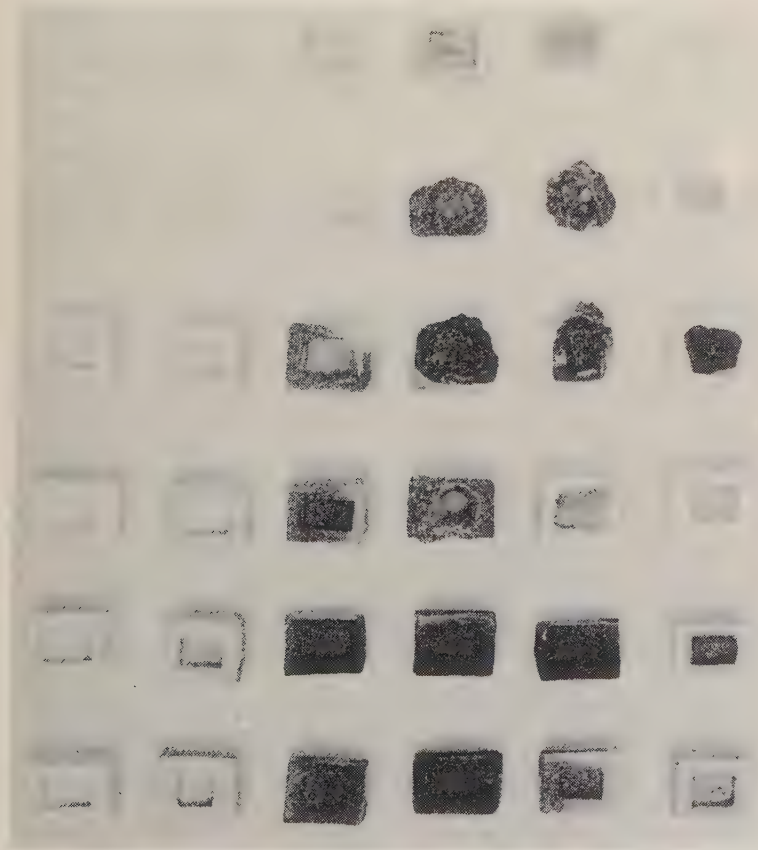
700° nach 55 min.

550° nach 45 min.

450° nach 40 min.

400° nach 35 min.

250° nach 30 min.



weiß

rosa

violett

Prodentil

Blauwachs

Grünwachs

Abb. 1

lung von Palliagangußobjekten, um die Bildung von Schwefel-Palladiumverbindungen auszuschalten, wurden die Muffeln in einen Schrankofen von ca. 250 Grad zum Trocknen gebracht und dort 30 Minuten in einem hoch über den Flammenspitzen gelegenen Fach belassen, um eine Oxydation in der Flammenspitzenzone (sog. Oxydationszone) auszuschließen. Anschließend wurde dann im elektrischen Ofen mit automatischer Temperatureinstellung mittels Quecksilberfallkontakt vorgewärmt, um alle Formchen und Muffeln einer gleichmäßigen Erwärmung bzw. Temperatur auszusetzen.

ERGEBNIS: Das Resultat der zweiten Versuchsreihe basiert im Grunde genommen auf dem der ersten. Soweit der Kunststoff allein oder in Verbindung mit Metall eingebettet wird, sollte, um ein Zerspringen der Form zu verhindern, das Zeit-Temperaturverhältnis 30 Minuten Trockenzeit bei 250 Grad und 30 Minuten Vorwärmezeit bei 600 bis 700 Grad nicht unterschritten werden.

Wird nun der Kunststoff in einer geschlossenen, mit einem Gußkanal versehenen Form eingebettet, so ist in dem Temperaturbereich zwischen 300 und 400 Grad, in dem die Kunststoffmasse in zähem Zustand unter großer Gasblasenentwicklung erweicht, nur der typische Geruch wahrnehmbar. Sichtbar ist erst bei 400 Grad ein Hervorquellen der plastischen Masse aus dem Gußkanal. Die optimale Verbrennung ist ebenfalls erst bei Temperaturen um 600 Grad erreicht. Nach Zersprengen der Form ist eine schwarz-grau verfärbte Zone, die zur Außenfläche verläuft, um das ursprüngliche Einbettgut sichtbar. Wahrscheinlich haben wir es hier mit Schwefelverbindungen zu tun, die durch die Einwirkung des Kohlenstoffs aus dem Kunststoff bei mittleren Temperaturen mit dem Schwefel des Gipses entstehen (siehe chemische Gleichung S.10 obere Zeile). Der Kunststoff läßt sich ja nicht so aus der Form austreiben wie Wachs, da er bei Erhitzen den flüssigen Aggregatzustand überspringt (Sublimation) und also erst langsam in Form von Kohlendioxyd und anderen Zerfallsprodukten in die Gasform übergeht, während Wachs bei richtiger Handhabung durch den Wasserdampf der Einbettmassenfeuchtigkeit herausgetrieben wird bzw. durch Schräglagerung der Muffel auf dem Rost des Trockenofens aus der Form heraustropft.

Die dritte Versuchsreihe ging davon aus, Wachs- bzw. Kunststoffblöcke, die vollständig ohne künstlichen Guß- oder Luftabzugskanal eingebettet waren, zur Verbrennung zu bringen. Eingebettet wurde wiederum nach dem Kernverfahren und wegen der besseren Übersicht von einem Muffelring abgesehen.

ERGEBNIS: Wachs bot dabei keine Schwierigkeiten. Das Einbettgut verbrannte ohne sichtbare Rückstände zu hinterlassen, gleich ob die Wachsmuffel langsam angeheizt oder in den auf 600 bis 800 Grad laufenden Vorwärmofen gebracht wurde. Auch bei diesem Versuch verlief zur Oberfläche hin eine dunkle, radiär ausstrahlende Zone in der Einbettmasse. Beim Kunststoff dagegen zerplatzte die die Form sowohl nach dem Einbringen in den auf hohe Temperaturen vorgelegten Ofen als auch bei vorsichtigstem Vorgehen in niederen Temperaturbereichen. Die Gasblasenbildung, mit anderen Worten das Zerfallen der Makromoleküle erfolgt bei Temperaturen um 250 Grad einhergehend mit dem typischen Geruch. Der Zerfall ist jedoch im angegebenen Temperaturbereich so heftig, daß durch die Gasentwicklung ein Zerspringen der Form nicht zu verhindern war.

Folgendes gemeinsame Ergebnis gilt außerdem für alle Verbrennungsversuche: Der Kunststoff verbrennt bei umso niedrigeren Temperaturen je langsamer auf höhere Temperaturen erhitzt wird, bzw. ob offen oder geschlossen eingebettet wird. Allerdings kann eine optimale Verbrennung unterhalb von 500 Grad nicht erzielt werden, weil erst in diesem Temperaturbereich Verkrackungsprodukte, die sich aus dem ursprünglichen Metacrylsäuremethylester gebildet haben, zur Oxydation gelangen. Bei schnellerem Erhitzen ist der Kunststoff noch bei höheren Temperaturen vorhanden.

Eine Eigentümlichkeit aller Kunststoffe, die auf dem Metacrylsäuremethylester basieren, ist ferner, daß sie nach Polymerisation erst bei Temperaturen um 100 Grad ihre starre Form aufgeben. Das liegt an dem Ester des niedrigstwertigen Alkohols. Die Ester mit höheren Alkoholen erweichen schon bei geringerer Erwärmung, z. B. Polyäthylmetacrylat schon bei ca. 50 Grad. Darum hat man aber gerade für prothetische Zwecke den Metacrylsäuremethylester bevorzugt.

Vierter Versuch : Besondere Aufmerksamkeit galt der chemischen Analyse auf eventuelle Verbrennungsrückstände. Dazu wurden Autopolymerisat- und Wachs-
würfel von bestimmtem Gewicht hergestellt. Die Würfel wurden einzeln und nacheinander in Porzellantiegeln, deren Gewicht ebenfalls bestimmt war, über einer offenen Bunsenbrennerflamme im Abzug langsam erhitzt und vorsichtig zur Veraschung gebracht, ohne daß die Flamme mit dem Würfel direkt in Berührung kam. Zum Schluß wurde bei voller Hitze (800 Grad) 15 Minuten lang geglüht und dann nach Abkühlen wieder ausgewogen. Die Rückstände wurden in mg/g des ursprünglichen Gewichtes errechnet. Dann wurde der Tiegelinhalt zur qualitativen Analyse auf plättchenförmige Aluminiumelektroden überführt

und spektralanalytisch untersucht und zwar bei den geringen Rückständen durch Vergleich mit anderen Photobandaufnahmen auf Grund der Farbin-tensität. Zunächst wurde also quantitativ die Veraschungs-menge und dann qualitativ deren Zusammensetzung festgestellt.

ERGEBNIS: Interessant waren die Analysenergebnisse nach Veraschung als Vergleich zwischen Wachs und Kunststoff. Die das Wachs betreffenden Ergebnisse liegen mit 0,03 % Asche in ähnlichen Größenverhältnissen wie die anderer Autoren (Schönbeck, Knischewski, Debisch). Die Flexils mit 0,2 % Ascherückständen verbrannten am wenigsten gut, Palavit weiß entsprach mit 0,03 % Asche den Wachsen. Prodentil hatte 0,06 % Asche und Palavit rosa mit 0,1 % einen dreimal so großen Rückstand wie Wachs.

Am günstigsten von den Kunststoffen und gleichzeitig besser als die Gußwachs-verhielt sich Palavit violett, bei dem weniger als 0,02 % Asche übrigblieb. Der Zusatz von organischem statt anorganischem Farbstoff bewirkte eine bessere Verbrennung (anorganischer Farbstoffzusatz ist im allgemeinen üblich).

Genaue Werte über die Verbrennungsrückstände siehe Tabelle Seite 9.

Fünfter Versuch: Der Schwerpunkt der Arbeit lag schließlich bei der Auswertung der Angüsse. Es wurden Kronendeckel in Kunststoff und zum Vergleich in Wachs auf Palliag-W-Ringen vormodelliert. Der Anguß erfolgte mit Palliag-M. Die von der DEGUSSA, Pforzheim, herausgegebenen Verarbeitungsanleitungen über Silber-Palladium-Goldlegierungen waren bei den Angußversuchen richtunggebend. Zur Erwerbung praktischer und theoretischer Kenntnisse wurde unter Anleitung mit der Herstellung von Metallängsschliffen und deren Betrachtung unter einem Metallschliffmikroskop begonnen. Um als Fehlerquellen Schwefelschädigungen, Porositäten und Lunker studieren zu können, wurden Palliagangüsse angefertigt, die entweder zu lange im mittleren Temperaturbereich belassen worden waren, deren Gußschwemme überhitzt oder deren Gußhalse zu dünn gehalten waren.

Die brauchbaren Angüsse erfolgten, wie oben erwähnt, nach den Anleitungen der DEGUSSA: Kunststoff- bzw. Wachs-käppchen wurden auf Palliag-W-Ringen modelliert und mit Gußkanälen versehen, deren Gußhalse nicht über 1,5 mm lang und bis zu 2 mm erweitert waren. Die verlorenen Köpfe waren der spezifischen Oberfläche entsprechend groß. Eingebettet wurde wieder nach dem Kernverfahren. Nach dem Abbinden wurden die Muffeln in Abständen von 5 Minuten in einen Trockenschrank von 250 Grad gebracht, dort 30 Minuten gelassen und dann ebenfalls in den auf 750 Grad laufenden Vorwärmeofen gelegt.

GEGENÜBERSTELLUNG DER VERBRENNUNGSRÜCKSTÄNDE VON WACHSEN UND KUNSTSTOFFEN.

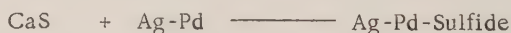
SUBSTANZ	EINWAGE g	AUSWAGE mg	ASCHE %	QUALITATIVE ANALYSE +)
1. Blauwachs	1,5230	0,4	0,03	Fa, Ca, Si, (0,1-1% der Asche Cu, Ni, Zn, Pb, Cr, Mg, Mn)
2. Grünwachs	0,9090	0,25	0,03	Si, Mg, (weniger Fe, sehr wenig Zn, Cu, Cr)
3. Prodentil	1,2938	0,8	0,06	Si, (weniger Fe, Cu, äußerst wenig Zn, Cr, Ni)
4. Palavit rosa	0,9895	1,0	0,1	Si, (weniger Zn, Ni)
5. Palavit weiß	1,2407	0,4	0,03	Si, Ca, (wenig Pb, Cu, Ni, Zn, Mg)
6. Palavit violett	0,8940	0,2	0,02	Si, Ca, (wenig Pb, Cu, Fe)
7. Flexil	0,5502	0,7	0,2	Si, Ca, (wenig Cu, Pb, Ni, Zn, Mg)

+) In allen Aschen ist Kalium und Natrium sicher mit weniger als 10% enthalten.

Vor dem Gießen wurde das geschmolzene Gußgut, Palliag-M, 3 Sekunden spiegelnd in der Reduktionszone der Lötpistolenflamme weiter erhitzt. Das Gußgut war jeweils innerhalb von 30 Sekunden niedergeschmolzen. Sobald die Gußkegel die rote Farbe verloren hatten und abkühlend gedunkelt waren, wurden die Muffeln zum endgültigen Abkühlen in kaltes Wasser gebracht und die Gußobjekte ausgebettet. Die Abkühlung wurde so schnell durchgeführt, um ein nachträgliches Verweilen der Muffeln im mittleren Temperaturbereich und somit eventuelle nachträgliche Schwefelschädigungen auszuschließen.

Bei den Angüssen von Palliag-M an Palliag-W nach vorheriger Einbettung von Wachs- bzw. Kunststoffkronendeckeln an Palliag-W-Kronenringe liefen die Angüsse, bei denen mit Grün- oder Blauwachs an Palliag-W-Ringen eingebettet worden war, als sog. Nullreihe. Der Anguß nach Wachseinbettung gilt bei sachgemäßem Vorgehen als gelungen und ist wiederholt beschrieben worden.

Es wird immer wieder darauf hingewiesen, daß das Wachs aus der abgebundenen und noch nicht luftgetrockneten Muffel mittels Wasserdampfes der Einbettmassenfeuchtigkeit aus der Form herausgetrieben werden soll. Bleiben Muffeln nach Abbinden längere Zeit stehen, so ist zu viel Feuchtigkeit aus der Einbettmasse verdunstet. Das Wachs wird nicht ausgetrieben, es tropft bei Erwärmen aus der schräg gelagerten Muffel; durch die restlichen Kohlenstoffe des Wachses wird eine Reduktion des Calziumsulfats, das als Grundbestandteil in der Einbettmasse enthalten ist, zu Calziumsulfid begünstigt. Durch das Vorhandensein des Palliag-W Ringes kommt es zu einer Reduktion zwischen dem im Palliag enthaltenen Palladium bzw. Silber und dem Calziumsulfid, und es entstehen Palladium-Silber-Sulfide, die eine Warmbrüchigkeit zur Folge haben. Der Gefügezusammenhalt ist unterbrochen, da sich die niedrigschmelzenden, spröden Sulfide in der Oberfläche des Metalls oder bei schwerer Schädigung bis in die Tiefe hinein ablagern. Kurz gefaßt sieht die chemische Gleichung folgendermaßen aus:



Die Vermeidung der Sulfidbildung schien bei der Wärmebehandlung nach Einbettung von Kunststoff in Verbindung mit Metallringen problematischer zu sein als bei Verwendung von Wachs, da Kunststoff nicht aus der Einbettmassenform heraustropft und sich auch nicht durch Dampf heraustreiben läßt. Es ergibt sich eben kein echter, flüssiger Aggregatzustand. Zum grundsätzlichen Vergleich mit Güssen nach Wachseinbettung wurde die Wärmebehandlung genauso vorgenommen, wie sie der Anleitung für Wachs entspricht.

ERGEBNIS: Beim Ausbetten kamen alle Kronen, sowohl die mit Wachs als auch die mit Kunststoff ergänzten, mit dunklem Deckel und blankem Ring aus der Einbettmasse. Rein äußerlich betrachtet durften die Angüsse als gelungen angesehen werden. Anschließend wurden die Kronen durchgesägt und Metallschliffe (durch freundliche Unterstützung der Firma DEGUSSA) hergestellt, angeätzt und dort vergrößert photographiert, ebenso ein Schliffbild von einem aus der gleichen Reihe stammenden Guß Degulor an Degulor. Die Güsse unterlagen alle den gleichen Bedingungen, bis auf die Degulormuffel, die mit der Lötpistole beim Schmelzen des Gußgutes so weit erhitzt wurde, daß möglichst auf einer Seite



der Ring aufgeschmolzen wurde. Wie auf Abb. 2 zu ersehen ist, gelingt bei Gold weder durch Aufschmelzen des Ringes noch durch einfaches Angießen ein regulärer Anguß. Die Korngrößen sind in der aufgeschmolzenen Hälfte kleiner und in der unversehrten größer. Eine deutliche Trennungslinie zwischen Anguß und Ring ist ersichtlich. Sie dürfte zum großen Teil aus Kupferoxyd bestehen. In den aufgeschmolzenen Ringteilen haben sich zusätzlich Lunker tief eingelagert. Bei Palliag dagegen ist diese Trennungslinie zwischen Angußgut und Ring nicht vorhanden.

Abb. 2
Guß Degulor an Degulor
V = 150 : 1



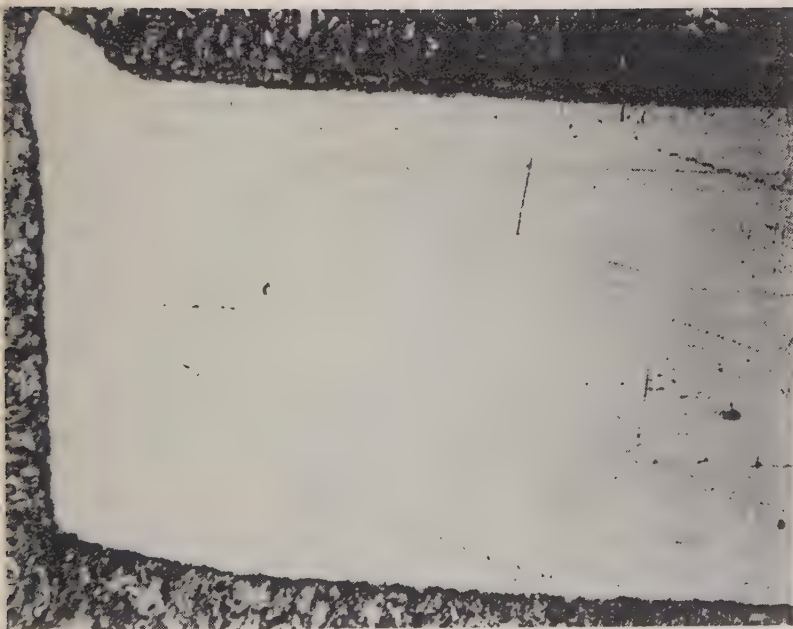
Abb. 3
Guß Palliag-M an W
Nach Wachseinbettung
V = 500 : 1

Die Angüsse nach Wachs- und ebenso nach Kunststoffeinfettung in Verbindung mit Palliagkronenringen kann man im großen und ganzen als gelungen bezeichnen⁺). Tatsächlich waren bei dem Guß nach Wachseinbettung (Abb. 3) trotz Einhaltung der Arbeitsanleitung Randzonenoxydation und Schwefelschädigung stärker ausgeprägt als bei denen nach Kunststoffeinfettung (Abb. 4 und 5). Gelinde Schwefelschädigungen und vereinzelte oxydierte Randzonen sind allerdings vorhanden, aber nicht in der Form, daß der Ausgang negativ bezeichnet werden müßte.

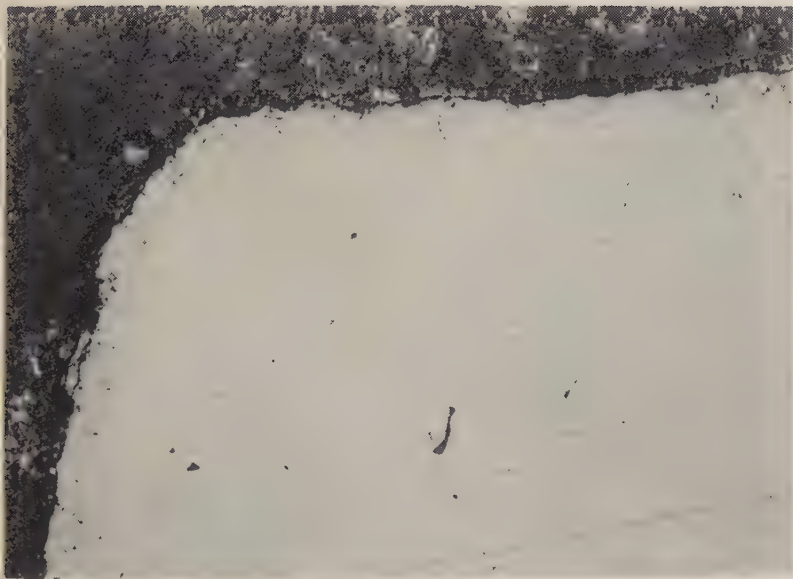
Verglichen mit einem von Dr. Heer

(Pforzheim) veröffentlichten Bild (Abb. 6) eines gesunden Angusses, das 1954 im Heft 14 der DZZ erschien, besteht kein Unterschied zu den Metallschliffphotographien, die im Rahmen dieser Arbeit von Palliagangüssen M an W nach Vorbereitung der Kronendeckel aus Kunststoff angefertigt worden sind (Abb. 5). Wahrscheinlich verflüchtigt sich der Kohlenstoff des Metacrylsäuremethylesters in Form von Gasen leichter als der im Wachs enthaltene bzw. der Kohlenstoff

⁺) Befund des Laboratoriums für Dentalmetalle der Firma DEGUSSA, Pforzheim.



Guß Palliag-M an W nach Kunststoffeinbettung
Abb. 4
V = 250 : 1



Guß Palliag-M an W nach Kunststoffeinbettung
Abb. 5
V = 500 : 1

wird bis zur endgültigen Verflüchtigung an Verkrackungsprodukte gebunden, wodurch die reduzierenden Eigenschaften gar nicht besonders in Erscheinung treten.



Abb. 6
Als gesunder Anguß
veröffentlichtes Bild
von Dr. Heer (Pforzheim)

DISKUSSION

Der gestellten Aufgabe gemäß, Kunststoffe daraufhin zu untersuchen, ob sie als Modellmaterial statt Wachs Verwendung finden können, wurde die Arbeit gegliedert. Die ersten drei Versuchsreihen brachten zusammengefaßt das interessante Ergebnis, daß bei Einbettung von Kunststoff statt Wachs genauso vorgegangen werden kann wie bei Wachs, allerdings sollte man sich bei Verwendung von Kunststoff genau an die angegebenen Zeiten bzw. Temperaturen halten. Eine entscheidend kürzere Ausbrennzeit, um eventuelle Schwefelschädigungen auszuschließen, kommt wegen der Gefahr einer Formzersprengung nicht in Frage und nicht zuletzt, um neben der hygroskopischen auch die thermische Expansion der Einbettmasse voll zur Entfaltung kommen zu lassen. Das Modellgut muß aber nicht wie Wachs gleich nach Abbinden aus der noch feuchten Form ausgetrieben werden. Man kann die Muffeln ruhig längere Zeit stehen lassen und erst dann in Arbeit nehmen.

Auf Grund der chemischen Analyse (vierter Versuch) konnte mit einem positiven Ausgang gerechnet werden, da die Veraschungsrückstände qualitativ und quantitativ fast übereinstimmen. Die Autopolymerisate geben keinen Rückstand, der nicht qualitativ auch vom Wachs übrigbleibt. Dabei entfal-

len auf die verschiedenen Kunststoffe immer nur einige wenige Elemente, die jedoch im Blauwachsrickstand bis auf Eisen alle gemeinsam mit anderen Worten breitspektral - enthalten sind. Dafür ist aber ein geringer Anteil Eisen in der Grünwachsasche. Die Angußversuche (fünfter Versuch) können als gelungen bezeichnet werden. Obwohl alle Muffeln den gleichen Bedingungen ausgesetzt waren, gelangen die Angüsse nach Kunststoffmodelleinbettung besser als die nach Wachseinbettung. Jedoch ist eine geringfügige Schwefelschädigung, wie dem Befund der Firma DEGUSSA zu entnehmen ist, nicht von grundlegender Bedeutung. Auch das als gesunder Anguß veröffentlichte Bild (Abb. 6) weist geringfügige Schwefelschädigung auf. Falls diese wirklich nur oberflächlich vorhanden ist, wird sie schließlich im weiteren Arbeitsverlauf der letzten Ausarbeitung und Politur (Oberflächenveredelung) abgetragen.

NUTZANWENDUNG FÜR DIE PRAXIS: In besonderen Gebieten sind die Kunststoffe den Wachsen überlegen, so bei der Herstellung von Funktionskronen für endständige oder den Biß maßgeblich führende Zähne, zur Gestaltung von Kronenkaulflächen, die einer Klammerauflage angepaßt werden müssen, oder um für Halb- bzw. Dreiviertelkronen oder für Gußfüllungen - besonders bei approximalen, tief unter das Zahnfleisch reichenden Kavitäten - einen zuverlässigen Randschluß zu erzielen. Günstig ist dabei, daß Kunststoffmodelle sich nicht auf Grund innerer Spannungen verziehen, also nicht gleich eingebettet werden müssen.

Bei der individuellen Kronentechnik (Vollkronen) wird direkt im Munde vorgegangen und die Kaufläche durch Artikulationsbewegungen abgeformt, der Kronendeckel mit Steinchen und Fräsen ausgearbeitet und zum Guß vorbereitet. Bei Halb- bzw. Dreiviertelkronen oder Gußfüllungen wird auf einem nach Abdruck (Kupferring-, Kerr-, Alginat- oder Siloneabdruck) gewonnenen Modell ein Kunststoffmodell hergestellt und dann im Munde anprobiert. An unübersichtlichen und nicht dicht abschließenden Stellen oder am ganzen Rand der Halb- oder Dreiviertelkronen aus Kunststoff oder des Kunststoffinlays wird erweichtes, blaues Plattenwachs unterlegt und unter Druck auf den Stumpf oder in die Kavität eingepreßt. Überschüssiges Wachs wird abgetragen und das so gewonnene Kunststoffmodell mit dem exakt abgedruckten Wachsrand eingebettet und in Metall gegossen.

Somit können also durch die Verbrennung von Kunststoff neuartige Wege beschritten und auf einfache Art optimal exakte Ergebnisse für den Patienten erzielt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Die schnellhärtenden Kunststoffe Palavit rosa, weiß und violett, Prodentil und Flexils wurden verbrannt.

Kunststoff zersprengt eine völlig geschlossene Einbettmassenform, gleich in welcher Relation Temperatur zu Zeit erhitzt wird. Wachs dagegen brennt bei 6 mm Muffelbodenstärke aus der geschlossenen Form heraus.

Die Kunststoffe können im übrigen den Gußwachsen entsprechend angewandt, eingebettet und behandelt werden. Die Zeit zum Trocknen 30 Minuten bei 250 Grad und die Vorwärmezeit 30 Minuten bei 700 Grad soll jedoch eingehalten werden.

Die genannten Kunststoffe und Gußwachse wurden zum quantitativen und qualitativen Vergleich der Veraschungsprodukte in Porzellantiegeln verbrannt. Als einziger der untersuchten Kunststoffe ergab Palavit violett mit 0,02 % Asche weniger Rückstand als die Wachse mit 0,03 %.

Kunststoffe lassen sich in der individuellen Kronen- und Gußfüllungstechnik ähnlich den Wachsen verwenden und sind ihnen in speziellen Gebieten überlegen, so beim Anfertigen von Funktionskronen und tief unter das Zahnfleisch reichenden Gußfüllungen.

An dieser Stelle möchte ich nicht versäumen, Herrn Prof. Dr. F. Jung für die freundliche Überlassung des Themas ergebenst zu danken. Desgleichen danke ich dem Herrn Assistenten Dipl. Chem. Bayermann der analytischen Abteilung des Anorganisch-chemischen Institutes (Direktor Prof. Dr. Strassmann) und der Firma DEGUSSA für ihre freundliche Unterstützung.

LITERATURVERZEICHNIS

1. DEGUSSA-Brief: a) Hilfsmittel für moderne Vorwärmertechnik
b) Das Erhitzen der Gußzylinder auf die notwendige Gußtemperatur; das eigentliche Vorwärmen, Neue Folge Nr. 16 (Juni 1952).
2. Heer, W. : Häufige Mißerfolge und ihre Ursachen bei festsitzendem Zahnersatz, Zs. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift Heft 14 (1954).
3. Henkel, G. : Chemie, Physik und Technologie zahnärztlicher Kunststoffe (1949).
4. Jung, F. : Zahnärztliche Prothetik, Zahnärztliches Taschenjahrbuch 1955, Richard-Pflaum-Verlag, München.
5. Raub, E., Wullhorst, B. u. Plate, W. :
Über die Reaktion von Silber-Palladium-Legierungen mit Schwefel bei erhöhter Temperatur, Zs. Metallkunde, 45 Heft 9 (1954).
6. Reinacher, G. u. Wagner, E. :
Die Schädigung weißer Edelmetalllegierungen durch Schwefelaufnahme, Zs. Zahnärztliche Welt Nr. 5/1954.
7. Sax, N. I. : Handbook of Dangerous Materials, S. 241 (1951).
8. Schröder, A. u. Castagnola, L. : Zusammenfassung über schnellhärtende Autopolymerisate, (1951).
9. Stüben, J. : Experimentelle Untersuchungen über die Porosität des schnellhärtenden Kunststoffs, Zs. Das Deutsche Zahnärzteblatt Nr. 19 (1953).
10. Uhlig, H. : Angußmöglichkeiten bei Herstellung von zahnärztlichen Brückenprothesen aus Edelstahl und Palladium-Silberlegierungen, 2. Teil, Anguß von Palladium-Silberlegierungen in der Brückentechnik, Zs. Zahntechnik.

LEBENS LAUF

Am 22.1.1930 wurde ich, Wolfgang Hoppe, als Sohn des Zahnarztes Dr. W. Hoppe und seiner Ehefrau Aenne, geb. Sternemann, in Dortmund-Huckarde geboren. Nach Besuch der vierklassigen Volksschule in Dortmund-Huckarde trat ich 1940 in das Stadtgymnasium in Dortmund ein. Von März 1943 bis März 1945 besuchte ich das Archy-Gymnasium in Soest. Ab März 1946 ging ich wieder zum Stadtgymnasium nach Dortmund, wo ich im Februar 1950 die Reifeprüfung ablegte.

Ich begann das Studium an der Bayerischen Julius-Maximilian-Universität in Würzburg. Nach bestandener zahnärztlicher Vorprüfung hörte ich das erste klinische Semester an der Christian-Albrecht-Universität in Kiel. Zum Wintersemester 1953/54 wechselte ich nach Mainz an die Johannes Gutenberg-Universität und legte dort am 1. Juli 1955 das zahnärztliche Staatsexamen ab.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bei der Anfertigung der Arbeit keine unerlaubte Hilfe in Anspruch genommen habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Stelle ein Thema zur Bearbeitung für eine Dissertation erhalten habe.

WOLFGANG HOPPE.

